



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09165644 A**(43) Date of publication of application: **24.06.97**

(51) Int. Cl. **C22C 38/00**
C22C 38/46
E04C 3/04

(21) Application number: **07325824**(22) Date of filing: **14.12.95**(71) Applicant: **NKK CORP**

(72) Inventor: **MURAOKA RYUJI**
WADA NORIKI
NISHIYAMA NOBORU
TANI SABURO
ISHIKAWA HIROSHI

(54) BUILDING STEEL HAVING LOW YIELD RATIO AT LOW TEMPERATURE**(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the yield ratio at a low temp. in a steel by forming the structure of a steel in which the carbon equivalent lies in a prescribed range into a mixed one of ferrite and bainite.

SOLUTION: In this steel, the carbon equivalent C_{eq} expressed by weight lies in the range of 0.25 to 0.47%, and its structure is formed of ferrite and bainite, where C_{eq} is defined as

$C_{eq} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/40) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14)$, which is the index of weldability and furthermore has a close correlation with the cold strength of 40 to 60 kilo steel. Moreover, by forming a structure into the above mentioned one, its yield ratio at a low temp. reduces, so that it is suitable for building materials at a low temp. The steel having the above compsn. and structure can be produced by [low temp. heating]+[high temp. finish rolling]+[forced cooling in which intensive cooling is executed as it goes to a low temp. region].

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-165644

(43) 公開日 平成9年(1997)6月24日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 1		C 2 2 C 38/00	3 0 1 A
			38/46	
E 0 4 C 3/04			E 0 4 C 3/04	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-325824

(22) 出願日 平成7年(1995)12月14日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 村岡 隆二

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 和田 典己

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 西山 暢

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低温で低降伏比を有する建築用鋼材

(57) 【要約】

【課題】 低温で低降伏比を示し、新耐震設計法に基づく設計が可能な建築用鋼材を提供すること。

【解決手段】 重量%で表した炭素当量 $C_{eq} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/40) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14)$ が $0.25 \sim 0.47\%$ の範囲であり、フェライトとベイナイトとの混合組織である、低温で低降伏比を有する建築用鋼材。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 重量%で表した炭素当量 $Ceq = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/40) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14)$ が 0.25～0.47% の範囲であり、フェライトとベイナイトとの混合組織であることを特徴とする低温で低降伏比を有する建築用鋼材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、建築分野において、寒冷地における建築物、低温倉庫などの使用環境温度が室温以下の建築物に用いられる低温で低降伏比を有する建築用鋼材に関する。

【0002】

【従来の技術】 昭和 56 年に改正施行された建築物の耐震設計法は、それまでの構造各部に生ずる応力度を鋼材の降伏点以内に止めるという弾性設計に代えて、鋼材が降伏後、最大強さに達するまでの塑性域での変形能力を活用して、地震入力エネルギーを吸収させ、建築物の耐震安全性を確保しようとするものである。このことから、新耐震設計法が適用される建築物の鋼材は、降伏後の変形能を表わすパラメータである降伏比 (YR 値) が低いこと、すなわち低降伏比が求められるようになって

いる。
【0003】 オフィスや住宅用の建築物、いわゆるビルは基本的に常温で使用されるため、上述の耐震設計法も常温を前提に成り立っており、従来の低降伏比鋼も常温 (0～30℃) での YR 値が 80% 以下あるいは 75% 以下になるように製造されている。

【0004】 ところが、建築物の中には、寒冷地における建築物、低温倉庫のように使用温度が低温 (0℃以下) であるような建築物がある。例えば、-55℃ で使用されるマグロ用の冷凍倉庫、寒冷地の地震多発地帯における建築物等がある。このような低温で使用される建築物にも新耐震設計法を適用し耐震安全性を確保するためには、低温で低降伏比を有する鋼材が必要となる。しかし、従来、低降伏比鋼は常温での使用を前提としており、低温での降伏比は考慮されていない。

【0005】 本発明者らが従来の低降伏比鋼の低温での引張特性及び靱性について検討した結果、多くの低降伏比鋼は低降伏比を得るために粗粒であり、そのため低温靱性が低く、例えば -55℃ で使用の低温用倉庫では使用できないことがわかった。

【0006】 低温靱性に優れた低降伏比鋼に関しては、特開平 2-197522 号公報や特開平 5-21440 号公報に開示されているが、両公報に記載された発明に沿って試作した鋼の低温引張特性について試験すると、例えば -55℃ では YR 値が 80% 以上になってしまうことが判明した。すなわち、このような低温で YR 値を低下させる技術は未だ開発されていない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、低温で低降伏比を示し、新耐震設計法に基づく設計が可能な建築用鋼材を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記課題を解決するために、重量%で表した炭素当量 $Ceq = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/40) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14)$ が 0.25～0.47% の範囲であり、フェライトとベイナイトとの混合組織であることを特徴とする低温で低降伏比を有する建築用鋼材を提供する。

【0009】 本発明者らは、ミクロ組織と低温での YR 値 (降伏比) の関係を検討するために、後述する表 2 に示す A1 鋼板 (フェライト+ベイナイト組織)、A2 (フェライト+パーライト組織) を用いて、室温以下の温度での YR 値を測定した。その結果、引張試験温度が低温になるほど YR 値が上昇し、一様伸び特性が悪いが、フェライト+ベイナイト混合組織がフェライト+パーライト 2 相組織よりも低温での YR 値の上昇程度が低い (すなわち、低温での伸び特性に優れている) ことを新たに知見し、低温で新耐震設計法を満たすためにはフェライトとベイナイトとの混合組織が適当であることを把握した。

【0010】 すなわち、低温で低 YR 値を示し、新耐震設計を可能にする低温低降伏比建築鋼材を得るためには、フェライトとベイナイトとの混合組織にすることが有効であることを見出したのである。

【0011】 本発明は、本発明者らの以上のような知見に基づいてなされたものである。なお、フェライトとベイナイトとの混合組織中には、フェライトとベイナイトとの混合組織の持つ低温低降伏比の特徴を損なわない限り、微量のパーライトが含まれていてもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】 以下、本発明について詳細に説明する。本発明の建築用鋼材は、重量%で表した炭素当量 Ceq が 0.25～0.47% の範囲であり、フェライトとベイナイトとの混合組織であることを要件とする。

【0013】 ここで上記炭素当量 Ceq は、 $Ceq = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/40) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14)$ と定義され、溶接性の指標であるとともに、40～60 キロ鋼の常温での強度との相関が深い。製造熱処理条件にもよるが、圧延ままで Ceq が 0.25% よりも低いと建築用鋼材としての強度が得られず、 Ceq が 0.47% より大きいと強度が上がり過ぎ、延性、靱性および溶接性の低下が懸念される。このため、 Ceq を 0.25～0.47% の範囲とし、この範囲を満たすように Mn、Si、Ni、Cr、Mo、V の量が規定される。

【0014】また、溶接構造用として所要の特性を得るためには、各元素は重量%で以下の範囲内であることが望ましい。

C: Cは、最も安価な元素で強度向上に有効な元素であるが、0.04%では厚物で強度が不足し、多量の合金元素が必要となってコスト高を招き、0.18%を超えて添加すると溶接性が低下する。したがって、C量は0.04~0.18%の範囲が好ましい。

【0015】Si: Siは、鋼材の強度、溶鋼の予備脱酸に必要な元素であるが、予備脱酸のためには0.05%以上の添加が必要である。一方、0.4%を超えて添加した場合には鋼材の靱性、溶接HAZ靱性を劣化させる。したがって、Si量は0.05~0.4%の範囲が好ましい。

【0016】Mn: Mnは母材強度を確保する上で必要な元素である。しかし、0.6%未満では厚物で強度が不足し、多量の合金元素の添加が必要となり、コスト高を招く。また、Mnは中央偏析しやすい元素であるため、1.7%を超えて添加すると、板厚中央は著しく脆化する。したがって、Mn量は0.6~1.7%の範囲が好ましい。

【0017】Al: Alは鋼の脱酸のために必要な元素である。しかし、この量が0.001%未満では十分な脱酸効果が期待できず、また、0.06%を超えて添加すると連続铸造スラブの表面に疵が発生しやすい。したがって、Al量は0.01~0.06%の範囲が好ましい。

【0018】N: Nは、固体鋼中に固溶Nや窒化物系介在物として存在する。固溶Nや粗大窒化物系介在物は、鋼の低温靱性を劣化させる。N量が0.003%を越えると、固溶Nが存在するようになり、また、最終凝固部には粗大な窒化物（例えばTiNやNbN）が生成しやすくなり、靱性を低下させるおそれがある。したがって、N含有量は0.003%以下であることが好ましい。

【0019】Nb, V: これらの元素は、Nb(C, N)、VCを析出して高強度化に寄与するが、いずれも0.005%未満では明瞭な強度上昇効果が見られず、一方Nbが0.04%を超え、Vが0.1%を超えると、降伏比を上昇させてしまう。したがってNb量は0.005~0.04%、V量は0.005~0.1%であることが好ましい。

【0020】Cu, Ni, Cr, Mo: これらの元素は固溶強化や焼入性向上効果を通して高強度化に寄与する。しかし、Cu, Ni, Crが0.05%未満、Moが0.02%未満では明瞭な強度上昇が見られない。一方Cuが0.6%を超えるとCu割れ発生の危険性を増大させる。また、Niは高価な元素であるためコストの観点からその上限を0.6%とする。さらに、Crが1%を超え、Moが0.6%を超えると溶接性が著しく劣

化する。したがって、Cu: 0.05~0.6%、Ni: 0.05~0.6%、Cr: 0.05~1%、Mo: 0.02~0.6%が好ましい。

【0021】Ti: Tiは、TiNを形成して溶接HAZ部の組織粗大化を抑制してHAZ靱性向上に寄与する元素である。しかし、0.005%未満ではHAZ靱性向上の効果が発揮されず、0.015%を超えて添加すると、溶接の冷却過程でTiCが析出し、HAZ靱性の劣化を招く。したがって、Ti量は0.005~0.015%の範囲が好ましい。

【0022】S: Sは中央偏析し、その部分でMnSを形成する。MnSは圧延により伸長するため、鋼板の板厚中央部には伸長したMnSが他の部分より多く存在する。本発明の鋼材は建築用であり、その多くは大入熱サブマージアーク溶接(SAW)でボックス柱に組み立てられ、建築物に使用される。大入熱サブマージアーク溶接では、鉄粉入りのボンド型フラックスを多量に使用するため、他の溶接法と比較すると鋼中に侵入する水素量が高くなり、しばしばその熱影響部に割れが発生する。割れの発生起点は板厚中央の伸長化したMnSである。伸長したMnSと地鉄との界面に溶接水素が集積し、水素誘起割れを引き起こすのである。S量が0.002%を超えると、板厚中央のMnSが大型化し、ボックス柱角継手部にHAZ割れが発生しやすくなる。したがって、S含有量は0.002%以下が好ましい。

【0023】P: Pも非常に中央偏析しやすい元素であり、0.015%を超えて含有していると、板厚中央部を著しく硬化させる。上述のMnSを起点としたHAZ割れは、周囲が硬化しているほど、割れが伝播しやすくなる。すなわち、大入熱サブマージアーク溶接で施工したボックス柱角継手の水素割れを抑制するため、P量は0.015%以下であることが好ましい。

【0024】本発明に係る鋼の組成としては、必須成分であるC, Si, Mn, Alを含み、残部Feおよび不可避不純物からなる基本組成、または、基本組成にさらにCu, Ni, Cr, Mo, Nb, V, Tiのうち1種または2種以上含有した組成であることが望ましい。

【0025】本発明の鋼は、フェライトとベイナイトとの混合組織を有している。このような組織とすることにより、上述したように低温での降伏比が低く、低温での建築物に適している。この場合に、フェライトとベイナイトとの混合組織とは、フェライトとベイナイトの2相からなり、かつベイナイト率が15~70%である組織を示す。

【0026】このような組成および組織を有する鋼は、[低温加熱] + [高温仕上圧延] + [低温域ほど強冷却となる強制冷却]により製造することができるが、これに限定されるものではない。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。表

1に示す化学組成を有する鋼を溶製して铸塊となし、
[低温加熱] + [高温仕上圧延] + [低温域ほど強冷却
となる強制冷却] により供試鋼板を得た。これらの供試 *

*鋼板の組織および引張特性を表2に示す。

【0028】

【表1】

															(wt%)	
鋼	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Ti	ΣAl	N	Ceq	
A	0.12	0.32	1.45	0.008	0.002	-	-	-	-	-	-	-	0.034	0.0028	0.38	
B	0.10	0.36	1.62	0.010	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.026	0.0023	0.37	
C	0.06	0.38	1.36	0.008	0.002	-	-	-	-	-	-	0.008	0.054	0.0032	0.30	
D	0.10	0.34	1.37	0.009	0.002	-	0.47	0.11	0.32	-	0.041	-	0.035	0.0027	0.46	
E	0.11	0.35	1.48	0.011	0.001	-	-	-	-	-	-	0.009	0.047	0.0030	0.37	
F	0.12	0.28	0.78	0.012	0.001	-	-	-	-	-	-	-	0.031	0.0025	0.26	
G	0.16	0.18	1.25	0.009	0.003	-	-	-	-	-	-	-	0.032	0.0017	0.38	
H	0.12	0.25	1.35	0.013	0.001	-	-	-	0.06	-	0.045	0.006	0.048	0.0033	0.37	
I	0.11	0.27	1.39	0.009	0.001	0.21	0.17	0.14	0.13	-	0.048	0.007	0.025	0.0031	0.42	
J	0.13	0.28	1.51	0.023	0.003	-	-	-	-	0.028	0.024	0.014	0.035	0.0034	0.40	
K	0.13	0.36	1.41	0.017	0.002	0.24	0.18	-	-	0.031	-	0.007	0.024	0.0025	0.39	
L	0.11	0.30	1.33	0.008	0.003	-	-	0.30	0.22	-	0.041	-	0.029	0.0026	0.46	

【0029】

【表2】

	板番	板厚 (mm)	鋼番	組織	20℃の引張特性			-60℃の引張特性		
					YS (MPa)	TS (MPa)	YR (%)	YS (MPa)	TS (MPa)	YR (%)
発明鋼	A1	16	A	α+B	365	514	71.0	424	578	73.4
比較鋼	A2	16	A	α+P	356	509	69.9	463	572	80.9
発明鋼	B1	40	B	α+B	370	506	73.1	437	575	76.0
比較鋼	B2	40	B	α+P	364	502	72.5	478	569	84.0
発明鋼	C1	25	C	α+B	311	419	74.2	359	472	76.1
比較鋼	C2	25	C	α+P	302	410	73.7	386	467	82.7
発明鋼	D1	45	D	α+B	465	635	73.2	527	698	75.5
比較鋼	D2	45	D	α+P	453	629	72.0	554	687	80.6
発明鋼	E1	30	E	α+B	399	550	72.5	463	605	76.5
比較鋼	E2	30	E	α+P	368	534	68.9	481	578	83.2
発明鋼	F1	40	F	α+B	331	453	73.1	405	525	77.1
比較鋼	F2	40	F	α+P	327	446	73.3	418	509	82.1
発明鋼	G1	60	G	α+B	359	524	68.5	432	574	75.3
比較鋼	G2	60	G	α+P	348	521	66.8	453	564	80.3
発明鋼	H1	25	H	α+B	380	549	69.2	434	587	73.9
比較鋼	H2	25	H	α+P	357	528	67.6	455	563	80.8
発明鋼	I1	30	I	α+B	458	638	71.8	506	684	74.0
比較鋼	I2	30	I	α+P	427	614	69.5	528	649	81.4
発明鋼	J1	60	J	α+B	477	642	74.3	549	703	78.1
比較鋼	J2	60	J	α+P	469	628	73.1	579	689	84.0
発明鋼	K1	25	K	α+B	389	547	71.1	459	600	76.5
比較鋼	K2	25	K	α+P	371	529	70.1	486	589	82.5
発明鋼	L1	30	L	α+B	388	538	72.1	437	584	74.8
比較鋼	L2	30	L	α+P	364	514	70.8	442	549	80.5

【0030】表2に示すように、Ceqが0.25～0.47%でフェライトとベイナイトとの混合組織を有する本発明鋼板(A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1, H1, I1, J1, K1, L1)は-60℃でもYR値が80%以下であることが確認された。これに対して、フェライトとパーライトとの2相組織である比較鋼板(A2, B2, C2, D2, E2, F2, G2, H2, I2, J2, K2, L2)は-60℃を超えることが確認された。

【0031】図1は表1のA鋼について、組織がフェライト+パーライト(α+P)およびフェライト+ベイナイト(α+B)の場合における、温度と降伏比との関係

を示すグラフである。この図から同じ組成でもα+B組織のほうが温度低下に対する降伏比の上昇が小さく、低温での降伏比が低くなる傾向にあることがわかる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、低温で低降伏比を有する建築用鋼材が提供される。このため、低温で使用される建築構造物に新耐震設計を適用し、建築物の安全性を確保することが可能となる。また、本発明の鋼材は、所定のミクロ組織が得られればよく、成分組成、製造条件の制約が小さく、鋼材の大量生産が可能で、しかも価格も安く、溶接施工が容易で建設後期も短縮でき、全体としての建設費が低廉で済むとい

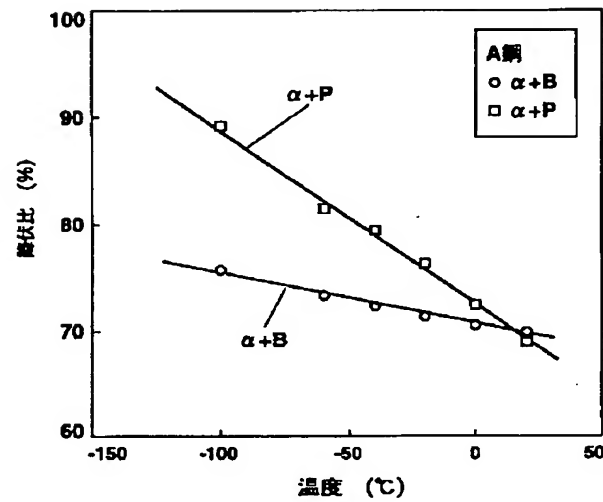
った効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】組織がフェライト+パーライト ($\alpha + P$) およ

びフェライト+ベイナイト ($\alpha + B$) の場合における、
温度と降伏比との関係を示すグラフ。

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 谷 三郎
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内

(72)発明者 石川 博
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内